

RELAY BROADCAST UNIT

Patent Number: JP2000261409
Publication date: 2000-09-22
Inventor(s): MARUYAMA TAKASHI; KARASAWA KAZUSHIGE
Applicant(s): JAPAN RADIO CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2000261409
Application Number: JP19990064382 19990311
Priority Number(s):
IPC Classification: H04J11/00; H04B7/208
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent oscillation due to a sneak signal in a relay broadcast unit.
SOLUTION: This relay broadcast unit applies delay detection to a received signal. A valid symbol length T_s is selected for a delay in the case of delay detection. Since a guard period added to a valid symbol period is equivalent to looped-back part of the valid symbol period on the time base, a correlation pulse synchronously with the guard period can be obtained by delay detection. Since no correlation pulse is obtained on the occurrence of interruption of reception of a broadcast signal or of a sneak signal, oscillation due to the sneak signal is prevented or early recovery of the oscillation due to the sneak signal is realized by conducting control of decreasing a unit gain or control of interruption of a signal transmission path in the unit accordingly.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-261409

(P2000-261409A)

(43)公開日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テ-マ-ト*(参考)

H04J 11/00

H04J 11/00

Z 5K022

H04B 7/208

H04B 7/15

B 5K072

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平11-64382

(22)出願日

平成11年3月11日(1999.3.11)

(71)出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72)発明者 丸山 高志

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本

無線株式会社内

(72)発明者 唐澤 和茂

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本

無線株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

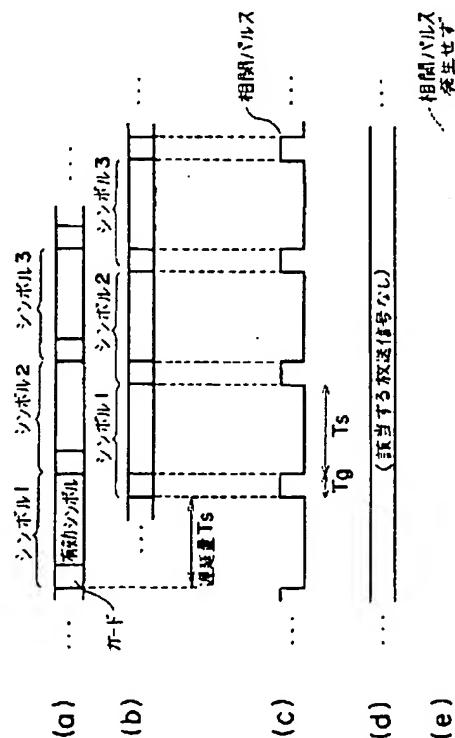
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中継放送機

(57)【要約】

【課題】 中継放送機における回り込み発振を防止する。

【解決手段】 受信信号を遅延検波する。遅延検波の際の遅延量は有効シンボル長 T_s とする。有効シンボル期間に付加されているガード期間が、時間軸上で有効シンボル期間の一部を折り返したものであるため、遅延検波によってガード期間に同期した相関パルスを得ることができる。放送信号の受信が途絶えた場合や回り込みが発生した場合、相関パルスが得られなくなるため、これに応じて装置利得の低減制御又は装置内での信号伝送経路の遮断制御を行うことにより、回り込み発振の防止又は回り込み発振からの早期回復を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 放送信号を無線受信するための受信回路と、受信回路により無線受信された信号を無線送信する送信回路と、を備え、一方の地域から他方の地域へと放送信号を無線中継するために用いられる中継放送機において、

受信回路により無線受信された信号が所定の放送信号フォーマットと一致しているか否かを検知判別し、一致していないことが判明した場合には、放送信号を無線受信していないとみなして、受信回路、送信回路及びこれらを接続する回路を含めた信号経路における利得を低下させ又はこの信号経路を断つ検知回路を備え、

上記放送信号フォーマットが、所定長の有効シンボル期間の一部を時間的に折り返し、ガード期間として当該有効シンボル期間に付加したフォーマットであり、

上記検知回路が、受信回路により無線受信された信号中に上記折り返しが現れていないことを以て、当該信号が上記放送信号フォーマットと一致していないと判別することを特徴とする中継放送機。

【請求項2】 請求項1記載の中継放送機において、上記検知回路が、

受信回路により受信された信号を、有効シンボル期間の長さを検波に際する遅延量として用い、遅延検波する回路と、

遅延検波の結果得られた検波出力のレベルが所定のしきい値より低い場合及び／又は検波出力の周期が上記放送信号フォーマットにおける周期と一致していない場合に、上記信号経路における利得を低下させ又はこの信号経路を断つための制御信号を出力する回路と、を有することを特徴とする中継放送機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線受信した放送信号を一方の地域から他方の地域へと無線中継する中継放送機に関する。

【0002】

【従来の技術】無線送信された放送信号が到達できる地理的範囲には限界があるため、地上波テレビジョン放送等のシステムでは、従来から、一方の地域から放送信号を無線受信しこれを他方の地域へと無線中継する中継放送機が用いられてきた。中継放送機を用いた中継方式は、専用の有線回線を用いて信号を伝送する方式に比べて安価に実施できる。

【0003】しかし、現在実施されているアナログ地上波テレビジョン放送の場合、中継放送機における無線受信周波数と無線送信周波数とを別々のチャンネルにする必要がある。これは、視聴者側のテレビジョン受像機でゴーストが発生するのを防ぐためであるが、反面で、隣接地域での使用チャンネルが必ず互いに異なるチャンネルになるようチャンネルプランを立てねばならないこと、即ち、

あるキー局から全国に放送プログラムを届けるのに複数のチャンネルが必要になることを意味しており、周波数資源の有効利用の面で支障となっていた。これに対し、日本で近い将来実施される予定のデジタル地上波テレビジョン放送では、次に述べるような手法の採用により、中継時に受信と同じ送信周波数を用いても視聴者側で遅延妨害波の影響を受けにくく、従って全国にわたり同一放送プログラムを単一チャンネルで届けることが可能なネットワーク（単一周波数ネットワーク：SFN）を実現できる。

【0004】まず、デジタル地上波テレビジョン放送では、相隣接するキャリア間に直交関係が成り立つよう多数の（例えば数百から数千の）キャリアを周波数軸上に並べる方式を採用する予定である（直交周波数分割多重：OFDM方式）。具体的には、送信側の局で多数ビットの並列データを逆フーリエ変換することにより上述のようなキャリア配置を実現する。この方式による放送信号は、キャリアの周波数間隔により定まる時間長、即ちシンボルを単位としている。時間軸に沿って描くと、OFDM方式による放送信号は、図5（a）に示す構成となる。なお、説明の都合上、ここではガード期間を省略している。

【0005】この放送信号に含まれるシンボルを受信側の装置で正確に復調・再生するには、送信側の装置と受信側の装置との間でシンボル位置に関し同期をとらねばならない。即ち、受信側の装置にてシンボルの検出・再生に用いる時間軸上の“窓”の位置が、図5（b）に示すように、受信した放送信号中のシンボルの位置と一致していなければならない。仮に、遅延妨害波等の影響で受信側の“窓”が図5（c）の如くずれてしまうと、シンボルから放送データを好適に再生できない。

【0006】こういった事態を防ぐ方法の一つは、図6（a）に示す如くガードを付加する方法である。図6（a）中、“有効シンボル”と記されているのは図5（a）中の“シンボル”に相当する部分即ち放送に係るデータが搬送される期間であり、“有効シンボル”と“ガード”にてガード期間付のシンボルが構成される。有効シンボル長 T_s は例えば $250\mu\text{sec}$ であり、ガード長 T_g は例えば有効シンボル長 T_s の $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ 或いは $1/32$ とする。ガード期間は、有効シンボルの一部を図7に示すように時間軸上で折り返して作成したものであり、従って、受信側の“窓”の位置が図6（b）に示す理想の位置からずれたとしても、図6（c）に示す如くそのずれの程度がガード長 T_g より小であれば、受信側で有効シンボル期間中の信号から放送データを好適に再生できる。例えばパイロット信号を付加する方法ではパイロット信号自体に障害が発生した場合に対処が難しいが、上述のようにガードを付加する方法には、その種の弊害乃至副作用がない。なお、ガードを用いた同期については、例えば“OFDMにお

るガード期間を利用した新しい周波数同期方式の検討”、関他、テレビジョン学会技術報告第19巻第38号第13～第18頁、1995年8月を参照されたい。

【0007】このような手法により、遅延妨害波に対して強い放送信号を提供できるため、ディジタル地上波テレビジョン放送向けの中継放送機では、図8に示すように、無線受信する放送信号のチャンネルC_{Hn}と同じチャンネルC_{Hn}にて送信を行うことが可能になる。これによって、前述の如く、SFNを実現できる。なお、図8中、10は放送信号を受信するための受信アンテナ、12は受信した放送信号に歪波、増幅等の処理を施す受信回路、14は受信回路12の出力に更に増幅等の処理を施す送信回路、16は送信回路14の出力を無線送信するための送信アンテナである。受信回路12から送信回路14へと無線周波数のまま信号を供給するようにしてもよいし、受信回路12で中間周波数(37.15MHz)にダウンコンバートし送信回路14でこれを無線周波数にアップコンバートしてもよい。いずれにしても、受信回路12等でシンボルからのデータ再生を行う必要はない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、受信周波数と同一の送信周波数で中継を行うこととすると、受信周波数と異なる送信周波数で中継を行うアナログの地上波テレビジョン放送では生じなかった回り込み発振という問題点が、新たに発生する。回り込み発振とは、図9に示すように、送信アンテナ16から輻射された信号が同じ中継放送機の受信アンテナ10により受信される現象(回り込み)が原因で、中継放送機が発振を起こすことである。即ち、受信アンテナ10から受信回路12及び送信回路14を経て送信アンテナ16に到る信号経路における利得(装置利得)をG(dB)、回り込み減衰量がA(dB)であるとする、正帰還条件 $G-A>0$ (dB)が満たされたとき、受信アンテナ10から受信回路12、送信回路14、送信アンテナ16及び無線伝搬路を経て受信回路12に戻る経路で発振が生じる。

【0009】例えば、中継放送機の定格受信レベルが60dB/μV、定格送信レベルが137dB/μVであり、従って定格送受信時における装置利得Gが $137-60=77$ (dB)であるとする。更に、送信レベル12が定格送信レベルとなるよう装置利得Gを制御する手段として、受信回路12や送信回路14の内部に自動レベル制御(ALC)回路を設け、そのレベル調整能力を40dBとしたとする。即ち、装置利得Gの最大値が、 $77+40=117$ (dB)であるとする。更に、回り込み減衰量Aが110dBとなるようアンテナ10及び16を配置しているとする。

【0010】このような設計の中継放送機が、定格通りのレベルで受信及び送信を行っているときには、 $G=137-60=77$ (dB)となり、回り込み減衰量Aに

対して33dBのマージンがあるから、回り込み発振は起こらない。受信レベルL₁が低下し例えば40dBになったとすると、 $G=137-40=97$ (dB)となり、回り込み減衰量Aに対してまだ13dBのマージンがあるから、回り込み発振は起こらない。但し、受信アンテナ10側に回り込む信号のレベルが $137-110=27$ (dB)であり、回り込み以外の即ち本来の受信レベルL₁=40(dB)に対して13dBしかマージンがないため、回り込みを原因とする受信信号品質の劣化が顕在化する。受信レベルL₁が更に低下していくと、ALC回路の能力範囲内で装置利得Gが調整・制御されていき、いずれ最大値である117(dB)に達する。放送信号の受信が途絶えると、結局、そのときの装置利得 $G=117$ dBが回り込み減衰量 $A=110$ (dB)を上回り正帰還条件が満たされるため、回り込み発振が生ずる。

【0011】本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、放送信号が途絶えたときに回り込み発振が生じない中継放送機を提供し、以て、ディジタル地上波テレビジョン放送における受信品質の維持向上並びにSFNの実現に寄与することを目的とする。本発明は、また、回り込み発振による中継放送機の過出力ひいては熱的な破壊を防ぎ、かつ、回り込み発振時の出力が他のチャンネルの信号に影響を与えることを防ぐことも、目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明は、(1)放送信号を無線受信するための受信回路と、受信回路により無線受信された信号を無線送信する送信回路と、を備え、一方の地域から他方の地域へと放送信号を無線中継するために用いられる中継放送機において、(2)受信回路により無線受信された信号が所定の放送信号フォーマットと一致しているか否かを検知判別し、一致していないことが判明した場合には、放送信号を無線受信していないとみなして、受信回路、送信回路及びこれらを接続する回路を含めた信号経路における利得を低下させ又はこの信号経路を断つ検知回路を備え、(3)上記放送信号フォーマットが、所定長の有効シンボル期間の一部を時間的に折り返し、ガード期間として当該有効シンボル期間に付加したフォーマットであり、(4)上記検知回路が、受信回路により無線受信された信号中に上記折り返しが現れていないことを以て、当該信号が上記放送信号フォーマットと一致していないと判別することを特徴とする。より好ましくは、上記検知回路が、受信回路により受信された信号を、有効シンボル期間の長さを検波に際する遅延量として用い、遅延検波する回路と、遅延検波の結果得られた検波出力のレベルが所定のしきい値より低い場合及び/又は検波出力の周期が上記放送信号フォーマットにおける周期と一致していない場合に、上記信号経路における

利得を低下させ又はこの信号経路を断つための制御信号を出力する回路と、を有するものとする。

【0013】このように、本発明においては、放送信号を受信しているか否かをガード期間を利用して検知し、その結果に応じて中継放送機内部における信号伝送や利得を制御するようにしたため、放送信号の受信が途絶えたときでも回り込み発振が生じにくくなる。更に、回り込み発振が始まってしまったときでも、回り込み発振の開始に伴い“所定の放送信号フォーマットと一致せず”と判別される状態になり、正帰還条件が不成立となるよう動作するため、回り込み発振を起こしている状態が早期に解消される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。なお、図5乃至図9に示した従来技術と同様の又は対応する部材には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0015】図1に、本発明の一実施形態に係る中継放送機、特にその検知回路18の構成を示す。検知回路18は、受信回路12から送信回路14に至る信号経路上に設けられたカプラ20に接続されており、カプラ20により取り出される信号、即ち受信回路12による受信信号の一部を入力して、この信号が放送信号であるか否かを判別する。受信回路12から送信回路14への信号伝送は無線周波数で行ってもよくまた中間周波数で行ってもよい。図中のバンドパスフィルタ22はアナログ地上波テレビジョン放送に係る放送信号と音声信号のはざまに該当する周波数帯域を通過させるフィルタであり、置局設計上アナログ地上波テレビジョン放送に係る放送信号を受信し得ないように本実施形態の中継放送機が配置されているのであれば、これを省略することもできる。即ち、中継すべきデジタルの放送信号と同帯域のアナログの放送信号が到来しているとき、そのアナログの放送信号中の同期信号等の周期がデジタルの放送信号フォーマットにおけるシンボル周期と一致すると、後述の相関パルスが得られてしまう。そのため、アナログの放送信号の密度が低い周波数帯域である映像信号・音声信号間の帯域へと、バンドパスフィルタ22により帯域制限する。デジタルの放送信号はマルチキャリア信号でありどのキャリアも同じシンボル周期を有しているため、バンドパスフィルタ22を設けることにより、アナログの放送信号の誤検知を防ぎつつ、デジタルの放送信号をより正確に検知できるようになる。

【0016】カプラ20から（バンドパスフィルタ22を介して）検知回路18に入力された信号は、増幅器24により増幅されたうえでハイブリッド26により2分配される。2分配された信号のうち一方は遅延回路28及び増幅器30を介して直交検波器32のRF入力端に供給され、2分配された信号のうち他方は増幅器34を介して直交検波器32のLO入力端に入力される。遅延

回路28における遅延量は、図2（a）及び（b）に示されるように、有効シンボル長 T_s と等しい時間に設定されている。従って、遅延回路28及び直交検波器32によって、検波の際の遅延量を有効シンボル長 T_s とする遅延検波回路が構成されている。遅延回路28は例えば入力信号をA/D変換してメモリに書き込み所定時間後にこれを読み出してD/A変換する、という原理で実現できる。A/D変換等の際のサンプリング周波数は、安価なデバイスを使用することができるようにし、またメモリのサイズを小さくするためには、低い方がよい。サンプリング周波数を下げるには、カプラ20により分岐して検知回路18に入力される信号の周波数帯域を狭くするのが、有効である。バンドパスフィルタ22は、信号の占有周波数帯域を狭め、サンプリング周波数を狭くする役割をも有している。なお、この目的で挿入するフィルタは、周波数変換前に入れてもよいし後に入れてもよい。バンドパスフィルタでなくローパスフィルタでもよい（特に、周波数変換後にフィルタリングする場合）。

【0017】直交検波器32から得られるI出力（同相成分出力）及びQ成分出力（直交成分出力）は、それぞれ、増幅器36又は38に入力される。増幅器36及び38により増幅されたI及びQ出力は、それぞれ、乗算器40又は42に供給される。乗算器40はI出力を自乗する回路であり、乗算器42はQ出力を自乗する回路である。更に、乗算器40及び42の後段に設けられている加算器44は、乗算器40の出力と乗算器42の出力とを加算する。これら、乗算器40及び42並びに加算器44によって、直交検波器32のI及びQ出力によって表される位相成分が打ち消されレベル成分のみが取り出されることになる。なお、加算器44が増幅機能を有していてもかまわない。

【0018】加算器44の後段に設けられている比較器46は、加算器44の出力を所定のしきい値と比較する。その結果、図2（c）に示すパルス出力か、或いは図2（e）に示すように当該パルスを有していない出力が、得られることになる。

【0019】ここに、図2（a）に示すように、有効シンボル期間の一部を時間軸上で折り返してガード期間として付加した構成の放送信号が受信回路12によって受信されているときには、遅延回路28によって遅延され直交検波器32のRF入力に供給される信号は、図2（b）に示されるような信号となる。他方で、直交検波器32のLO入力には図2（a）に示されるようなタイミングで信号が入力される。前述の如く、ガード期間には有効シンボル期間の一部を時間軸上で折り返したものであるから、遅延回路28における遅延量が有効シンボル長 T_s であれば、直交検波器32へのRF入力にガード期間が到来するのと同期して、RF入力とLO入力との間に強い相関が現れ、その結果、加算器44の出力は高

いレベルを表す値となる。これを利用し、比較器46においてしきい値比較を行うことによって、図2(c)に示されるような相関パルスを含む信号が得られる。

【0020】これに対し、受信回路12により受信された信号が図2(d)に示すように放送信号を含んでいない場合や、或いは受信信号中の放送信号成分のレベルが極めて低い場合、受信信号について前述の如く遅延検波及び比較を行ったとしても、比較器46からは、相関パルスを含む出力は得られず、相関パルスを含まない図2(e)の如き出力が得られる。

【0021】このように、比較器46から得られ検知回路18から出力される信号は、受信回路12により受信されている信号が放送信号であれば、繰返し周期 $T_s + T_g$ 、パルス長 T_g の相関パルスを含む波形となり、受信信号が放送信号でなければその種のパルスを含まない信号となる。本実施形態においては、受信アンテナ10から受信回路12及び送信回路14を経て送信アンテナ16に至る信号伝送或いは利得を、このようにして得られた信号に基づき制御することにより、回り込み発振を防止している。具体的には、図1中の“パルス出力”の間隔を計数し計数値が所定値を上回ったときに制御信号を出力するカウンタ回路、“パルス出力”の周波数を電圧に変換し制御信号として出力する周波数電圧変換回路、 $T_s + T_g$ により定まるパルス繰返し周波数が属する狭い帯域を通過域とし濾波した信号を制御信号として出力するバンドパスフィルタ等を設け、得られた制御信号を次のようにして利用する。

【0022】例えば、図3に示すように、受信回路12と送信回路14の間にダイオード等から構成されるスイッチ48を配置しておく。このスイッチ48は、上述の制御信号により制御されており、検知回路18から図2(c)に示す如くパルス出力が供給されているときには、受信回路12から送信回路14に至る接続を閉じ、逆に、パルス出力が得られていないときにはこれを開く。無論、スイッチ48を、受信回路12や送信回路14の内部等、受信アンテナ10から送信アンテナ16に至る信号経路を遮断可能な他の箇所に設けてもかまわない。

【0023】或いは、図4に示すように、検知回路18の出力たる上述の制御信号を受信回路12や送信回路14に供給し、その利得を調整する。例えば、送信回路14内に設けられているALC回路乃至AGC増幅器に対し、検知回路18内部の比較器46の出力を供給する。これにより、パルス出力が得られているときには従来と同様の利得での動作を行わせ、パルス出力が得られていないときには利得を所定値以下に下げて正帰還条件が成立しないようにする。

【0024】このように、本実施形態においては、OFDM方式に係る放送信号が、有効シンボル期間の一部を時間軸上で折り返しガード期間として付加した構成を有

していること、従って有効シンボル期間の一部とガード期間との間に相関があることを利用して、放送信号としてのOFDM波の受信・到来を検知し、当該検知に成功しなかったときには、放送信号の受信が断たれたとみなして正帰還条件を不成立とさせるための制御を行うようにしたため、ディジタル地上波テレビジョン放送向け中継放送機における回り込み発振を好適に防止することができる。また、仮に、この中継放送機が回り込み発振を起こしたとしても、回り込み発振が起きているときの受信信号は実質的にノイズであり、従って、検知回路18は図2(c)に示すような相関パルスを出力しない。そのため、この場合、回り込み発振が発生した直後に、正帰還条件が不成立となる方向への制御が行われることとなり、回り込み発振が起きている状態から早期に回復することが可能になる。

【0025】このように、本実施形態は、中継放送機における回り込み発振を生じにくくし又は回り込み発振状態からの回復を容易にしているため、視聴者側のテレビジョン受像器におけるゴーストの発生を防止すると共に、同一の放送プログラムを単一のチャンネルにて全国に供給するSFNの実現に、寄与することができる。更に、回り込み発振による中継放送機の熱的破壊を防ぐことや、他の放送チャンネルの信号に妨害を与えることを防ぐことができる。なお、本発明の適用対象は、日本にて実施予定のディジタル地上波テレビジョン放送に限定されるものではなく、有効シンボル期間の一部を時間軸上で折り返しガード期間として付加した信号構成を有する無線信号の中継であれば、本発明を適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態における検知回路の構成を示す回路図である。

【図2】 この実施形態の動作原理を示すタイミングチャートであり、(a)は受信中の放送信号を、(b)はこれを有効シンボル長だけ遅延させた信号を、(c)は(a)の信号を受信している場合に得られる相関パルスを、(d)は放送信号の受信が途絶えている状態における受信信号を、(e)はその場合の検知回路の出力を、それぞれ示す図である。

【図3】 図1に示した検知回路を用いる実施形態の構成を示すブロック図である。

【図4】 図1に示した検知回路を用いる他の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図5】 OFDM方式に係るシンボルと受信側の窓の関係を示すタイミングチャートであり、特に(a)は受信信号の構成を、(b)はずれのない場合における受信側の窓の位置を、(c)はずれが発生している場合における受信側の窓の位置を、それぞれ示す図である。

【図6】 有効シンボル期間の一部を時間軸上で折り返しガード期間として付加した構成を有する放送信号と受

信側の窓との位置関係を示すタイミングチャートであり、特に (a) は放送信号の構成を、(b) はずれのない場合における受信側の窓の位置を、(c) はずれが発生している場合における受信側の窓の位置を、それぞれ示す図である。

【図7】 有効シンボル期間に付加されるガード期間の内容を示す概念図である。

【図8】 デジタル地上波テレビジョン放送にて使用可能な中継放送機の構成を示すブロック図である。

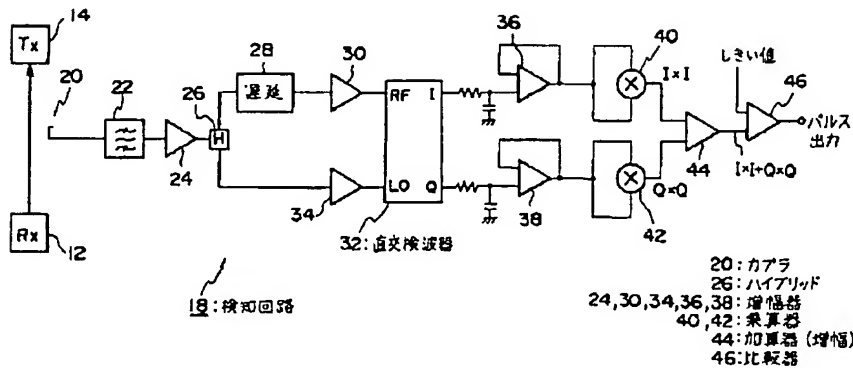
【図9】 回り込み発振現象を説明するためのブロック

図である。

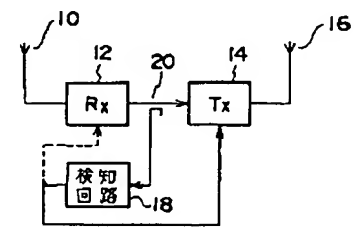
【符号の説明】

10 受信アンテナ、12 受信回路、14 送信回路、16 送信アンテナ、18 検知回路、20 カプ
ラ、28 遅延回路、32 直交検波器、40、42
乗算器、44 加算器、46 比較器、48 スイ
チ、A 回り込み減衰量、CH_n チャネル、G 装置
利得、L1 受信レベル、L2 送信レベル、T_s 有
効シンボル長、T_g ガード長。

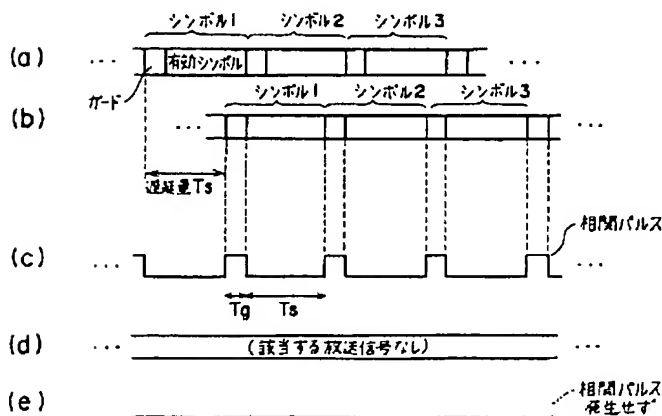
【図1】



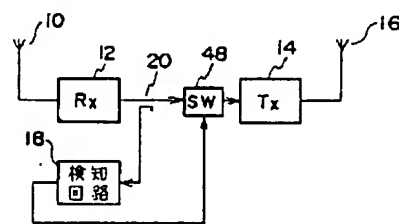
【図4】



【図2】

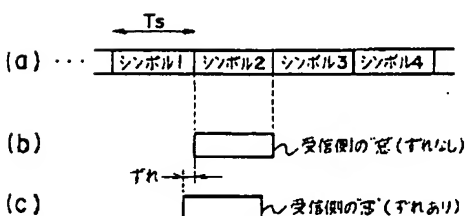


【図3】

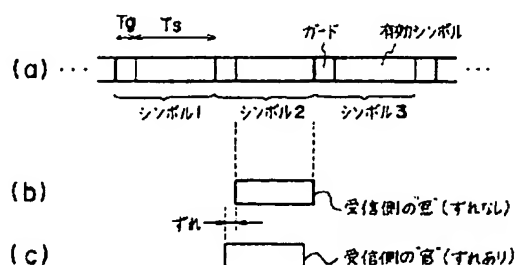


【図7】

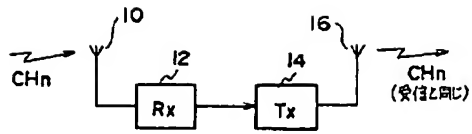
【図5】



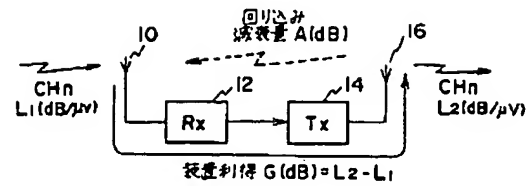
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33
 5K072 AA22 AA28 BB03 BB04 BB14
 BB25 CC13 CC33 DD15 EE18
 FF00 FF11 FF25 GG14 GG22
 GG27